

ISSN 1413-1455

Novembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 89

Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos Comerciais de Milho no Meio-Norte Brasileiro, na Safra 2007-2008

*Milton José Cardoso
Hélio Wilson Lemos de Carvalho
Leonardo Melo Pereira Rocha
Cleso Antônio Patto Pacheco
Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães
Katia Estelina de Oliveira Melo
Lívia Freire Feitosa*

Teresina, PI
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64006-220 Teresina, PI
Fone: (86) 3089-9100
Fax: (86) 3089-9130
Home page: www.cpamn.embrapa.br
E-mail: sac@cpamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Flávio Favaro Blanco,
Secretária Executiva: Luísa Maria Resende Gonçalves
Membros: Paulo Sarmanho da Costa Lima, Fábio Mendonça Diniz,
Cristina Arzabe, Eugênio Celso Emérito Araújo, Danielle Maria
Machado Ribeiro Azevêdo, Carlos Antônio Ferreira de Sousa, José
Almeida Pereira e Maria Teresa do Rêgo Lopes

Supervisão editorial: Lúgia Maria Rolim Bandeira
Revisão de texto: Lúgia Maria Rolim Bandeira
Normalização bibliográfica: Orlane da Silva Maia
Editoração eletrônica: Jorimá Marques Ferreira
Foto da capa: Milton José Cardoso

1ª edição

1ª impressão (2009): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou
em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no
9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio-Norte

Adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho no
Meio-Norte brasileiro, na safra 2007-2008 / Milton José Cardoso ...
[et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2009.

20 p. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 89).

1. Milho. 2. Aclimação. 3. Interação genética. I. Cardoso, Milton
José. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa, 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões	19
Referências	19

Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos Comerciais de Milho no Meio-Norte Brasileiro, na Safra 2007-2008¹

Milton José Cardoso²

Hélio Wilson Lemos de Carvalho³

Leonardo Melo Pereira Rocha⁴

Cleso Antônio Patto Pacheco⁴

Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁴

Katia Estelina de Oliveira Melo⁵

Livia Freire Feitosa⁵

Resumo

Na safra 2007/2008, 42 híbridos comerciais de milho foram submetidos a nove ambientes do Meio-Norte brasileiro, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com duas repetições. Constataram-se, na análise de variância conjunta, diferenças entre os híbridos e os ambientes e um comportamento inconsistente desses ante as variações ambientais, no tocante ao caráter rendimento de grãos. Os municípios de Teresina, Urucuí

⁽¹⁾Apoio financeiro Embrapa/INAGRO-governo do Estado do Maranhão.

⁽²⁾Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, miltoncardoso@cpamn.embrapa.br.

⁽³⁾Engenheiro agrônomo, M. Sc, em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, helio@cpatc.embrapa.br

⁽⁴⁾Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, leonardo@cnpmis.embrapa.br; cleso@cnpmis.embrapa.br; evaristo@cnpmis.embrapa.br.

⁽⁵⁾Bolsista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, katia@cpatc.embrapa.br; livia@cpatc.embrapa.br;

e Bom Jesus ,PI, e São Raimundo das Mangabeiras, Colinas e Paraibano, MA, mostraram-se mais propícios ao cultivo do milho. Os híbridos que apresentaram rendimentos médios de grãos acima da média geral (8.068 kg ha⁻¹), expressaram melhor adaptação. Os híbridos 2 B 688 e P 30 S 40, por serem exigentes nas condições desfavoráveis e responderem à melhoria ambiental, destacaram-se para os ambientes favoráveis. Os híbridos que evidenciam adaptabilidade ampla, a exemplo dos híbridos 2 B 688, 2 B 710, P 30 P 70, DAS 8480, AG 7088, DKB 177 entre outros, consubstanciam-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

Termos para indexação: *Zea mays*, interação híbrido x ambiente, adaptação

Adaptability and Stability of Corn Commercial Hybrids In the Brazilian Middle-North In the Harvest 2007-2008

Abstract

Forty-two corn commercial hybrids were evaluated in different sites of the Brazilian Middle-North during the season of 2007/2008. The aim was to recommend materials based on productive behavior. The experimental design consisted on a randomized blocks with three replications. The combined analysis of variance showed differences in the production, in the environments means and also showed the inconsistency of the materials face to the environmental oscillations. The municipal districts of Teresina, Urucui and Bom Jesus, PI, and São Raimundo das Mangabeiras, Colinas e Paraibano, MA, shown more favorable to the cultivation of the corn. The hybrid with grain yield above the general average (8,088 kg ha⁻¹), expressed better adaptation. The hybrids 2 B 688 and P 30 S 70, for demanding in the unfavorable conditions and answer to the environmental improvement, stood out for the favorable environments. The hybrids that evidence wide adaptability, to example of 2 B 688, 2 B 710, P 30 P 70, DAS 8480, AG 7088, DKB 177, among other, generating an important alternative for the agriculture of the region.

Index terms: Zea mays, hybrid x environment interaction, adaptation

Introdução

O Meio-Norte do Brasil apresenta grande potencial para a expansão do milho por oferecer ótimas condições de clima e solo associada a uma topografia que facilita sobremaneira a mecanização da cultura. A seleção de cultivares de alto potencial para a produtividade de grãos e elevada estabilidade de produção, aliadas às características agronômicas superiores, é o principal objetivo da maioria dos programas de melhoramento genético vegetal. As variações fenotípicas resultam da ação conjunta do genótipo, do ambiente e de sua interação, que se reflete em diferenças de sensibilidade dos genótipos às variações ambientais, afetando seu comportamento (ALLARD, 1999).

Vários métodos têm sido utilizados para obtenção de estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Finlay e Wilkison (1963), Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988) empregaram métodos baseados no coeficiente de regressão linear e na variância dos desvios da regressão, estimados em relação a cada cultivar (ARIAS, 1996). Verma, Chahal e Murthy (1978) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989) utilizaram um modelo de regressão composto de dois segmentos de retas, a regressão bilinear (GAMA et al., 2000).

No Meio-Norte brasileiro tem sido utilizado, em várias oportunidades, a metodologia proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), conforme assinalam Carvalho et al. (2001, 2002, 2000) e Cardoso et al. (2003, 2004, 2007). Os autores mencionados têm procurado minimizar o efeito da interação genótipo x ambiente mediante a seleção de materiais com melhor estabilidade fenotípica (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). Diversos trabalhos ressaltam a importância e a influência da interação genótipo x ambiente, principalmente nas fases do programa que envolvem a avaliação final e a recomendação de cultivares

(CARNEIRO, 1998; CARVALHO et al., 2002, 2000; GAMA et al., 2000; LOPES, M.T.; VIANA; LOPES, R., 1999; RIBEIRO; RAMALHO; FERREIRA, 2000; VENDRUSCOLO et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi verificar a adaptabilidade e a estabilidade de híbridos comerciais de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais no Meio-Norte brasileiro.

Material e Métodos

Foram conduzidos nove ensaios, no ano agrícola de 2007/2008, distribuídos em quatro e cinco ambientes, respectivamente, nos estados do Piauí e Maranhão. Utilizou-se o delineamento experimental, em blocos ao acaso, com duas repetições dos 42 híbridos. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m, com 0,20 m entre covas. No plantio, colocaram-se duas sementes por cova, mantendo-se, após o desbaste, uma planta por cova. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 8,0 m². As adubações foram realizadas conforme resultados das análises de solo de cada área experimental.

As coordenadas geográficas de cada município estão apresentadas na Tabela 1, e os regimes pluviométricos (mm) registrados no período experimental estão na Tabela 2.

Foram anotados os pesos de grãos com um teor de umidade de 14%. Os dados de produtividades de grãos foram submetidos à análise de variância por local e conjunta. Para a realização da análise conjunta de variância verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias, residuais obtidas nas análises individuais sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (BARBIN, 2003), considerando aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e fixo o efeito de cultivares, conforme Vencovsky e Barriga (1992).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos ambientes onde foram instalados os ensaios. Meio-Norte do Brasil, safra 2007/2008.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Colinas, MA *	06°01'	44°14'	141
Mata Roma, MA *	03°42'	43°11'	127
Paraibano, MA *	06°18'	43°57'	196
São R Mangabeiras, MA *	06°49'	45°24'	513
Balsas, MA **	07°32'	46°02'	247
Bom Princípio, PI **	03°11'	41°37'	70
Teresina, PI *	05°02'	42°47'	80
Uruçuí, PI *	07°30'	44°12'	445
Bom Jesus, PI *	09°16'	44°44'	628

*Dados determinados nas áreas experimentais com GPS. ** IBGE, cadastro de cidades e vilas do Brasil. 1999 e malha municipal digital do Brasil.

Tabela 2. Precipitação pluviométrica mensal (mm) ocorrida durante o período experimental. Meio-Norte do Brasil, safra 2007/2008.

Ambiente	2007		2008			Total
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	
Colinas, MA	-	189*	253	221	126	789
Mata Roma, MA	-	131*	256	371	251	1.009
Paraibano, MA	-	191*	242	258	116	807
São R. das Mangabeiras, MA	312*	207	238	377	198	1.332
Balsas, MA	298*	199	246	334	158	1.235
Bom Princípio, PI	-	78*	149	290	100	617
Teresina, PI	-	295*	221	298	507	1.321
Uruçuí, PI	123*	168	221	399	-	911
Bom Jesus, PI	156*	184	197	414	-	951

*Mês de plantio. Dados obtidos com pluviômetro instalados próximos às áreas dos ensaios.

Para a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, utilizou-se o método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), que baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade a média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis ($b_1 + b_2$). A estabilidade das cultivares foi avaliada pelos desvios da regressão (s^2_d) de cada material, de acordo com as variações ambientais.

Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_+$ se $I_j > 0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças entre os híbridos, o que evidencia comportamento diferenciado entre os materiais. A produtividade média de grãos variou de 6.562 kg ha⁻¹ em Mata Roma, MA a 10.232 kg ha⁻¹ em Bom Jesus, PI, Tabela 3. Essa variação ocorreu em razão das diferenças edafoclimáticas, o que se reflete, consequentemente, também no comportamento diferenciado dos híbridos nesses diferentes ambientes. Os coeficientes de variação variaram de 8 % a 12 %, o que sugere uma precisão experimental satisfatória, segundo a classificação de Scapim, Carvalho e Cruz (1995).

Tabela 3. Produtividades médias de grãos e coeficientes de variação obtidos no ensaio de avaliação de híbridos, em diferentes ambientes do Meio-Norte do Brasil. Safra 2007/2008.

Ambiente	Quadrado médio ⁽¹⁾		Média	CV (%)
	Híbrido	Resíduo		
S.R.Mangabeiras, MA	2.691.950,0**	980.586,7	8.269	12
Paraibano, MA	2.858.605,3**	750.220,3	7.497	12
Colinas, MA	1.674.295,3**	370.013,4	7.516	8
Balsas, MA	2.655.916,7**	737.019,3	7.536	11
Mata Roma, MA	1.317.541,2**	595.388,4	6.562	12
Bom Jesus, PI	4.230.954,0**	1.061.526,7	10.232	10
Teresina, PI	2.165.669,2**	660.117,6	9.524	9
Bom Princípio, PI	893.434,1**	379.853,0	6.055	10
Uruçuí, PI	3.024.397,0**	909.231,0	9.419	10

(¹)Graus de liberdade: blocos = 2; híbridos = 45; resíduo = 90.

** significativos a 1 % de probabilidade pelo teste F.

As produtividades de grãos nos municípios de Teresina e Uruçuí, PI e Bom Jesus, PI foram de 9.524 kg ha⁻¹, 9.419 kg ha⁻¹ e 10.232 kg ha⁻¹, respectivamente, superando a média regional e evidenciando o alto potencial dessas áreas para o cultivo do milho. Produtividades elevadas de grãos de milho foram registradas em trabalhos anteriores, segundo relatos de Cardoso et al. (2007), o que tem contribuído significativamente para o crescimento desse cultivo na região.

A análise de variância conjunta possibilita a verificação do efeito significativo de híbridos, ambientes e também da interação híbrido versus ambiente, quanto ao caráter produtividade de grãos, o que evidencia que as classificações dos híbridos não foram coincidentes nos ambientes de

avaliação. Interações significativas entre híbridos de milho e ambientes, quanto ao caráter produtividade de grãos, vêm sendo relatadas com frequência em trabalhos com a cultura do milho (CARDOSO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007).

Constatada a presença da interação híbrido versus ambiente, procurou-se verificar as respostas de cada um deles nos ambientes considerados pelo método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

Quanto ao coeficiente de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear do genótipo à variação nos ambientes desfavoráveis, as estimativas variaram de 0,57 a 1,74, respectivamente, nos híbridos DKB 499 e P 30 F 35, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 4). Considerando os 16 híbridos que expressaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), 11 apresentaram estimativas de b_1 semelhantes à unidade e cinco mostraram essas estimativas diferentes da unidade, o que evidencia comportamento diferenciado desses híbridos nos ambientes desfavoráveis.

Em relação à estabilidade, nove híbridos mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que denota comportamento imprevisível nos ambientes estudados. No entanto, Cruz, Torres e Vencovsky (1989) ressaltam que aqueles materiais com valores de $R^2 > 80\%$ apresentam bom ajustamento às retas de regressão.

Considerando os resultados apresentados, infere-se que os híbridos P 30 F 35, DKB 390, ASR 152 e AG 8088 devem ser recomendados para as condições favoráveis por mostrarem boa adaptação ($b_0 >$ média geral) e estimativas de $b_1 > 1$. Também, os híbridos HIS P 30 P 70, 2 B 688, P 3041 e P 30 S 40, de boa adaptação, devem ser recomendados para as condições favoráveis, por serem responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). Para as condições desfavoráveis, apenas o híbrido 2 C 520, por apresentar boa adaptação e por ser pouco exigente nessas condições

de ambiente ($b_1 < 1$), deve ser recomendado. Ressalta-se que os híbridos que apresentaram boa adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e bom desempenho produtivo nas condições desfavoráveis, a exemplo dos híbridos P 30 F 35, AG 7088, DAS 8480, 2 B 710, 2 C 520 e DKB 177, devem também ser sugeridos para os ambientes desfavoráveis. De especial interesse para a região são os híbridos que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral}$ e $b_1 = 1$), tais como os híbridos AG 7088, DAS 8480, 2 B 710, P 30 P 70, 2 B 688, DKB 177, os quais têm expressiva importância para exploração nos diferentes sistemas de produção da região.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em híbridos comerciais de milho em nove ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safra 2007/2008.

Híbrido	Produtividade média de grão (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
P 30 F35	9817a	8041	12037	1,74**	-0,72ns	1,02ns	1318082ns	92
AG 7088	9804a	8605	11303	1,22ns	-0,18ns	1,04ns	1203053ns	86
DAS 8480	9322b	8310	10588	1,03ns	0,62ns	1,65ns	2115895**	76
DKB 390	9281b	7648	11323	1,43**	-0,24ns	1,19ns	1398565ns	88
2 B 710	9138c	8462	9983	0,88ns	0,15ns	1,03ns	2726719**	61
P 30 P 70	9018c	7915	10397	1,23ns	1,13*	2,36**	1428264ns	88
2 C 520	8900c	8623	9247	0,30**	0,96*	1,26ns	1528025*	49
2 B 688	8887c	7798	10249	1,11ns	1,15*	2,26**	1241834ns	88
DKB 177	8815c	8002	9831	0,93ns	-0,40ns	0,53ns	1063128ns	80
ASR 152	8690c	7171	10588	1,56**	-0,27ns	1,29ns	2087859**	86
AG 8088	8639c	7100	10564	1,42**	-0,59ns	0,83ns	1133364ns	90
P 3041	8582c	7341	10132	1,25ns	0,85ns	2,10**	535496ns	95
AG 7000	8478c	7297	9955	1,06ns	0,75ns	1,81ns	1701296*	81
Agromen 30 a 06	8208d	6856	9898	1,27ns	-2,19**	-0,91**	877274ns	90
P 30 S 40	8194d	7082	9583	1,09ns	0,82ns	1,91*	1069292ns	88
P 30 F 87	8129d	6913	9649	1,14ns	0,32ns	1,46ns	1568536*	83

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Híbrido	Produtividade média de grão (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
AG 8060	8057d	6937	9457	1,11ns	0,65ns	1,76ns	1492656ns	84
AG 5020	8049d	7167	9153	0,88ns	-0,52ns	0,36ns	834208ns	82
DKB 455	8033d	6974	9356	1,02ns	-0,27ns	0,75ns	919787ns	85
P 30 K 73	8015d	6711	9645	1,26ns	-0,13ns	1,14ns	1060603ns	89
2 B 587	7962d	6998	9167	0,85ns	-0,52ns	0,33ns	538091ns	86
AS 1635	7945d	7091	9012	0,95ns	0,15ns	1,10ns	1984904*	71
P 30 F 80	7882d	6895	9116	0,88ns	-0,01ns	0,87ns	1236437ns	77
P 30 F 44	7852d	6607	9408	1,07ns	-1,59**	-0,52**	1053686ns	84
Agromen 31 A 31	7802d	6916	8910	0,79ns	0,13ns	0,91ns	885118ns	79
P 30 F 98	7783d	6296	9641	1,30ns	-0,72ns	0,58ns	1226963ns	87
AS 1567	7775d	6503	9364	1,13ns	-0,22ns	0,91ns	1117181ns	85
AGN 2012	7648d	7127	8299	0,53**	-0,05ns	0,49ns	969166ns	60
DKB 499	7590e	7073	8237	0,57**	0,78ns	1,36ns	1378801ns	66
Agromen 3150	7540e	6592	8724	0,97ns	0,43ns	1,40ns	438112ns	93
DKB 350	7536e	6770	8494	0,75ns	-0,20ns	0,55ns	321816ns	90
Agromen 20 A 06	7536e	6559	8757	0,95ns	-0,18ns	0,77ns	796138ns	85
AG 2060	7410e	6296	8802	0,98ns	-0,47ns	0,51ns	545224ns	89

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Híbrido	Produtividade média de grão (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
DKB 330	7370e	5952	9142	1,37*	-0,96*	0,42ns	1993915*	82
2 C 599	7351e	6311	8701	0,88ns	-0,70ns	0,18ns	1272788ns	74
AS 3466	7335e	6527	8345	0,78ns	0,26ns	1,05ns	152874ns	96
Agromen 4210	7295e	6607	8156	0,68*	0,38ns	1,05ns	324538ns	90
Agromen 25 A 23	7280e	6483	8276	0,74ns	1,25**	1,99*	504335ns	91
Agromen 35 A 42	7192e	6455	8112	0,73ns	0,22ns	0,95ns	457345ns	87
AG 9010	6928e	6125	7932	0,77ns	-0,26ns	0,51ns	325010ns	90
AG 6040	6920e	6173	7855	0,73ns	-0,38ns	0,35ns	327821ns	89
AG 6020	6870e	6134	7791	0,66*	0,77ns	1,42ns	1830051*	65

** e * Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁ + b₂. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s²_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões

Os híbridos apresentam desempenho diferenciado em ambientes desfavoráveis.

Os híbridos que expressam adaptabilidade ampla, tais como os híbridos AG 7088, DAS 8480,2 B 710, P 30 P 70,2 B 688, DKB 177, tornam-se de grande interesse para exploração nos diferentes sistemas de produção do Meio-Norte do Brasil.

Referências

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2nd ed. New York: John Willey & Sons, 1999. 254 p.

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no estado de Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. 1996. 110 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas, PR: MIDAS, 2003. 194 p.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, A. C. de; SOUZA, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte Brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 68-75, jan./jun. 2004.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; RODRIGUES, A. R. S.; RODRIGUES, S. S. Performance de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte Brasileiro. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 19, n. único, p. 43-48, jan./dez. 2007.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos; LEAL, M. de L. da S.; OLIVEIRA, A. C. de. Desempenho de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 1, p. 43-52, 2003.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X. dos; CARVALHO, B. C. L. de; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste Brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 4, p. 637-644, abr. 2001.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X. dos; TABOSA, J. N.; CARVALHO, B. C. L. de; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 11, p. 1581-1588, nov. 2002.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos; MONTEIRO, A. A. T.; CARDOSO, M. J.; CARVALHO, B. C. L. de. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 9, p. 1773-1781, set. 2000.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 567-580, 1989.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

GAMA, E. E. G. e; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de; GUIMARÃES, P. E. de O.; SANTOS, M. X. dos. Estabilidade da produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 1143-1149, jun. 2000.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. Superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988

LOPES, M. T. G.; VIANA, J. M. S.; LOPES, R. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de famílias endogâmicas de milho, obtidos pelo método de híbridos crípticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 483-491, mar. 1999.

OLIVEIRA, V. D. de; CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LIRA, M. A.; CAVALCANTE, M. H. B.; RIBEIRO, S. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na Zona Agreste do Nordeste brasileiro na safra de 2006. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 19, n. único, p. 63-68, jan./dez. 2007.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 280., 2000, Sete Lagoas. **Memórias...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo: CIMMYT, 2000. p. 251-260.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VENDRUSCOLO, E. C. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, V. R. de; BRACCINI, A. de L. e; GONCALVES-VIDIGAL, M. C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 123-130, jan. 2001.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis a proposed modification. **TAG Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 89-91, Sep. 1978.